

Making our world more productive



Optimierte Prozessgase für anspruchsvolle Laserschweißaufgaben.

# LASGON<sup>®</sup> H2 – ideal zum Laserschweißen von Edelstählen.



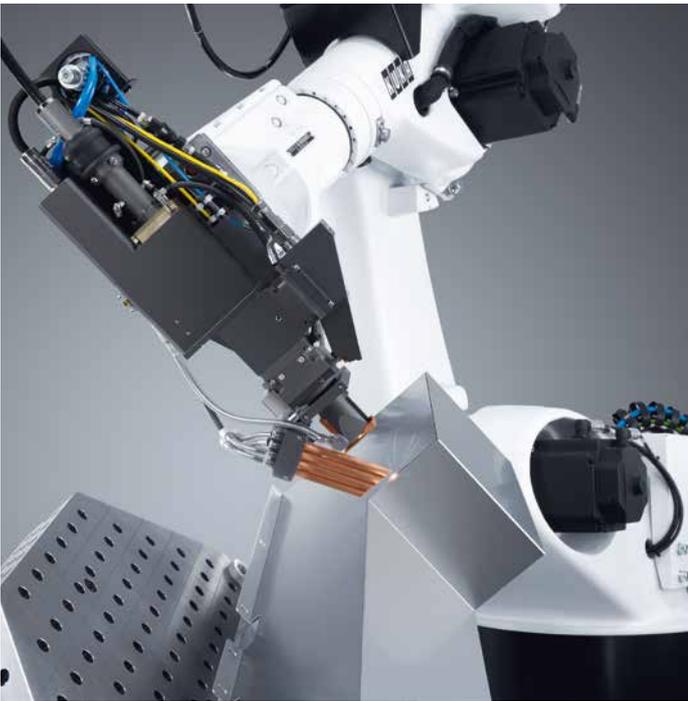
# Laserschweißen auf dem neuesten Stand der Technik. Oxidfreie Oberflächen, porenfreie Wurzeln, verzugsfreie Bauteile dank LASGON® H2.

Die Weiterentwicklung der Strahlquellen im Bereich der Lasertechnik für die Materialbearbeitung ist enorm. Diodengepumpte Scheiben- und Faserlaser haben die lampengepumpte Nd-YAG-Laser in weiten Bereichen aus der Fertigung verdrängt. Auch die Diodenlaser bieten immer noch bessere Strahlqualitäten bei sehr hohem Wirkungsgrad. Die verfügbaren Laserleistungen ermöglichen den Einsatz der Strahlquelle zum Schneiden und Schweißen. Vor allem in Bereichen, in denen der CO<sub>2</sub>-Laser wegen seiner großen Wellenlänge von 10,6 µm nicht die geeignete Strahlquelle darstellte, werden durch diese Strahlquellen mit ca. 1 µm Wellenlänge und darunter neue Aufgabengebiete für die Lasermaterialbearbeitung erschlossen.

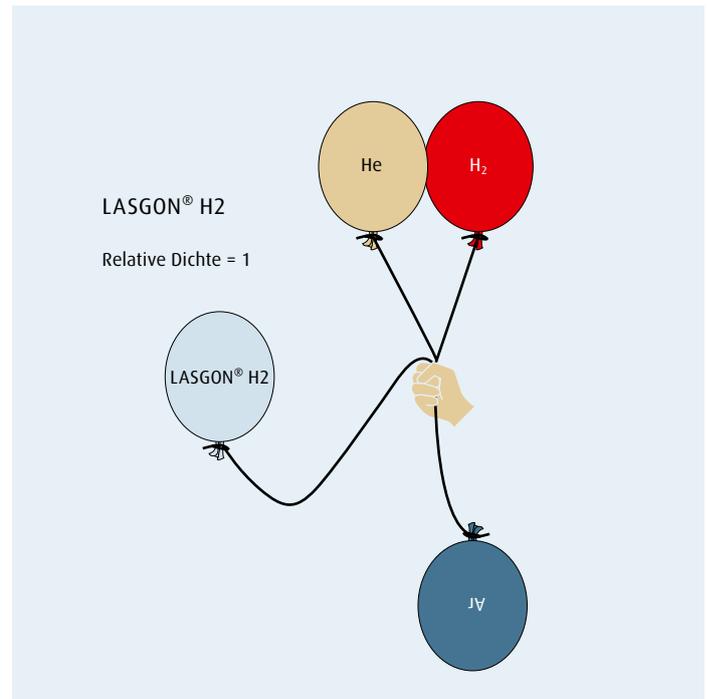
Um dem technologischen Fortschritt und dem erweiterten Aufgabenspektrum beim Laserschweißen gerecht zu werden, hat Linde mit dem Prozessgas LASGON® H2 ein weiteres Produkt in LASERLINE®-Qualität entwickelt. Dank LASGON® H2 wird es für den Anwender wesentlich einfacher, räumliche Bauteile aus hochwertigen Materialien mit ebensolchen Schweißnähten zu verbinden. Oxidfreie Laserschweißnähte mit optimiertem Einbrand sparen Nacharbeit und unterstützen den hochwertigen Gesamteindruck von Bauteilen aus Edelstählen.



Festkörperlaser bieten eine einfache Möglichkeit, mehrere Anlagen mit einer Strahlquelle zu versorgen. Da kein zusätzlicher Laser beschafft werden muss, kann über solche Anlagen bei geringem Investment das Know-how in der Laserschweißtechnik aufgebaut werden. Sind die Mitarbeiter geschult, die Konstruktionen für das Laserschweißen ausgelegt und die Bauteile qualifiziert, kann das Einsparpotential der Laserschweißtechnik gehoben werden. © TRUMPF GmbH + Co. KG



Durch die Möglichkeit, bei Festkörperlasern Lichtleitfasern einzusetzen, werden mehr und mehr Roboter zum Laserschweißen eingesetzt. © TRUMPF GmbH + Co. KG



LASGON® H2 besitzt die optimale Dichte für eine einfache Zuführung der Prozessgase und für oxidfreie Schweißnähte.

## LASGON® H2 erleichtert das oxidfreie Laserschweißen von Edelstählen mit Robotern.

Strahlquellen mit ca. 1 µm Wellenlänge und darunter werden unter anderem für die Laserschweißtechnik im dreidimensionalen Raum eingesetzt. Ist die Strahlführung eines CO<sub>2</sub>-Lasers in einem Roboter sehr schwierig mit Spiegeln zu realisieren, so gestaltet sich das wesentlich einfacher bei den fasergängigen Wellenlängen der Festkörper- und Diodenlaser. Mit dieser Technologie kann so mancher Roboter sehr schnell zu einem preisgünstigen Laserschweißgerät ausgebaut werden.

Durch die Reduzierung der Anlagenkosten und die Veränderungen hinsichtlich Werkstoffeinsatz im Bereich „Weiße Ware“, in der Abgas-technik und anderen Bereichen werden derzeit viele Bauteile neu konstruiert und die Fertigung den heutigen Möglichkeiten angepasst. Die austenitischen Materialien mit hohem Nickelanteil und hohen Einkaufspreisen werden, wo möglich, durch günstigere ferritische Edelstähle ohne Nickel ersetzt und die herkömmliche Schweißtechnik wird durch die gut automatisierbare Laserschweißtechnik ersetzt.

Da es sich hier nicht nur um die Fertigung von Halbzeugen handelt, sondern um komplexe räumliche Bauteile, sind die Anforderungen an die Anlagen und auch an die Schweißergebnisse sehr hoch. Durch die räumliche Anwendung des Laserschweißprozesses ergeben sich auch zusätzliche Anforderungen an das Prozessgas.

### Problemstellung

Um eine Oxidation von Edelstählen beim Schweißprozess zu verhindern, ist eine saubere Gasatmosphäre nötig. Starke Oxidation einer Schweißnaht kann die Qualität sehr stark beeinträchtigen und die Korrosionsfestigkeit und andere Eigenschaften negativ beeinflussen. Eine nachträgliche Entfernung einer Oxidation z. B. durch Beizen oder Schleifen ist in der Regel mit wesentlich höheren Kosten verbunden als ein optimierter Schweißprozess. Bisher wurde bei solchen Schweißprozessen häufig reines Helium oder auch reines Argon eingesetzt. Bei guter Zugänglichkeit der Schweißnähte sind bei ebenen Bauteilen auch mit diesen Edelgasen oxidfreie Schweißnähte möglich.

Schweißt man dagegen nicht nur lotrecht, sondern im Raum unter verschiedensten Richtungen zur Schwerkraft, so stellen sich sehr unterschiedliche Schweißergebnisse in Bezug auf den Grad der Oxidation ein, obwohl sich die Position der Düse relativ zum Bauteil nicht geändert hat. Die Ursache für die schwierige Einstellung der Prozessgasdüsen liegt in der Dichte der verwendeten Prozessgase: Während Helium, nachdem es die Prozessgasdüse verlassen hat, sehr schnell nach oben entweicht, fällt Argon wegen seiner hohen Dichte nach unten. Will man gute Ergebnisse erzielen, so muss dieses Verhalten bei der Einstellung der Düse berücksichtigt werden. Beim Schweißen in der Ebene ist dies leicht möglich. Liegen die Schweißnähte im dreidimensionalen Raum, wird aus der Einstellung oft ein endloses Geduldsspiel, welches zu keinem optimalen Ergebnis führen kann.

### Lösungsansatz

Bei der Entwicklung von LASGON® H2 war es deshalb das Ziel, ein möglichst einfach handhabbares Prozessgas zu entwickeln, mit dem man auch im dreidimensionalen Raum beim Laserschweißen oxidfreie Nähte erzielen kann. Dazu ist es nötig, das Prozessgas so zusammensetzen, dass es die gleiche Dichte wie die umgebende Luft aufweist. Nur dann wird es sich nach dem Verlassen der Düse gerade, wie von der Düsenstellung vorgegeben, weiterbewegen.

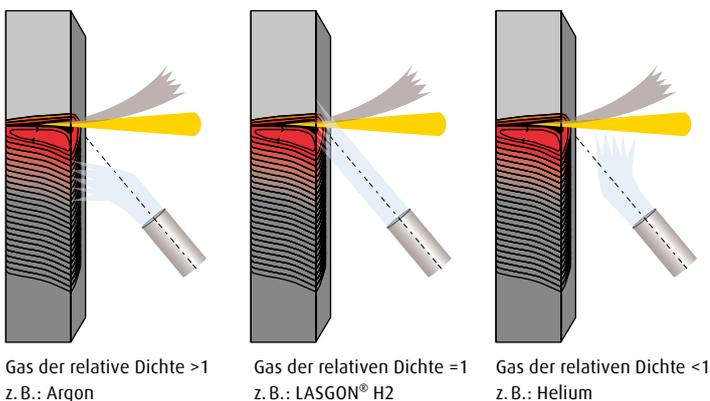
Diese Voraussetzung wird von LASGON® H2 erfüllt. Das Argon-Helium-Wasserstoff-Gemisch hat eine Dichte von  $1,2232 \text{ kg/m}^3$  und damit fast genau die gleiche Dichte wie die Umgebungsluft. Die relative Dichte von LASGON® H2 ist damit 1. Die hohe Dichte von Argon wird durch die geringen Dichten von Helium und Wasserstoff egalisiert.

Wasserstoff und Helium übernehmen allerdings auch noch weitere Aufgaben beim Laserschweißprozess. Wie vom Einsatz von LASGON® H3 und LASGON® H4 bekannt, kann Wasserstoff genutzt werden, Energie aus dem Plasma aufzunehmen und diese dem Schweißprozess erneut zuzuführen. Wasserstoff kann die aufgenommene Energie in Form einer Dissoziation speichern und über die Gasströmung zum Bauteil zurück-

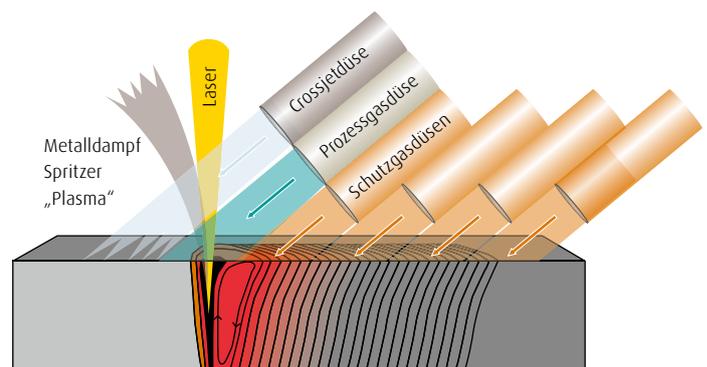
transportieren. Unterstützt wird dieser Vorgang durch die hervorragende Wärmeleitfähigkeit von Wasserstoff im relevanten Temperaturbereich oberhalb 2500 Kelvin.

Durch den Transport der Energie aus dem Metaldampf zurück zum Bauteil und dem Schweißprozess kann die Energie ein zweites Mal genutzt werden. Damit wird die zugeführte Energie besser ausgenutzt und es ergeben sich Verbesserungen hinsichtlich Einschweißtiefe, Schweißgeschwindigkeit sowie Nahtform. Häufig ist auf diese Weise auch eine wesentliche Reduzierung der Poren möglich.

Eine weitere positive Eigenschaft von Wasserstoff besteht darin, dass dieser Sauerstoff (der sich wie auch immer in die Prozessgasatmosphäre verirrt hat) an sich bindet, bevor dieser das Bauteil oxidieren kann. Das oxidfreie Schweißen wird dadurch erleichtert. Der Heliumanteil ist nicht nur wichtig für die Einstellung der Dichte des Prozessgases, sondern unterstützt zusätzlich die Möglichkeiten der Energienutzung aus dem Plasma durch seine hohe Wärmeleitfähigkeit im Bereich der Raumtemperatur bis hoch zu den Schmelz- und Siedetemperaturen der Metalle.

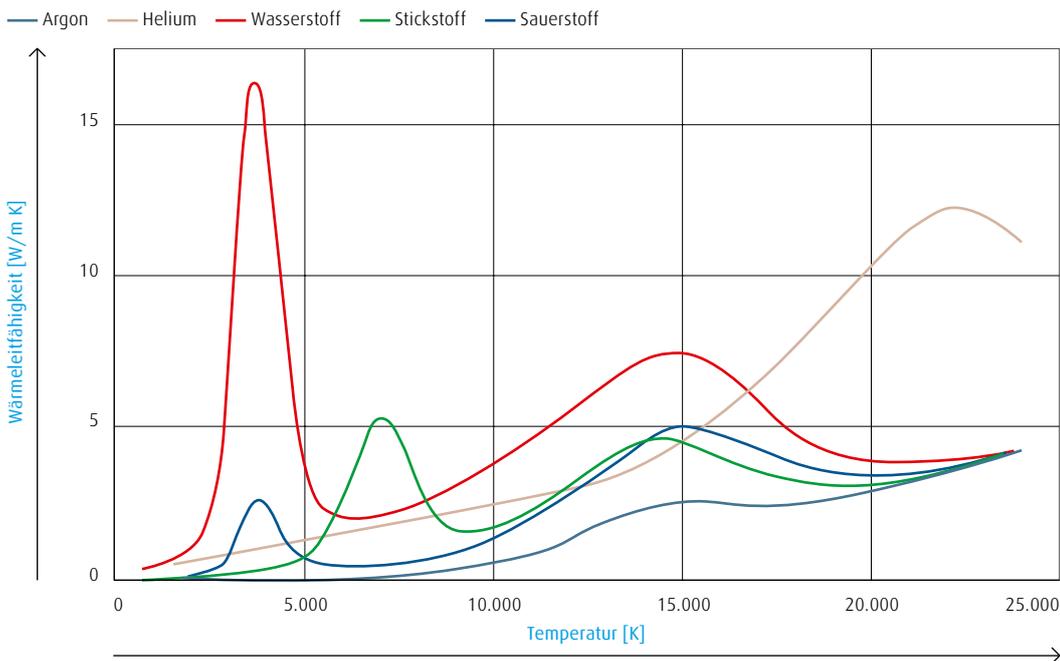


Ist die Lage des Schweißprozesses im Raum konstant, so kann der Einfluss der Gasdichte durch eine Korrektur der Düse ausgeglichen werden. Dies ist nicht möglich, wenn in verschiedenen Lagen geschweißt werden muss. Hat das Prozessgas die Dichte der Umgebungsluft, kann der Schweißprozess in jeder Position optimal eingestellt werden.



Gase erfüllen beim Laserschweißen viele verschiedenen Aufgaben. Sollen diese optimal erfüllt werden, müssen die Gasart, die Gasmengen und deren Positionierung sinnvoll gewählt werden. LASGON® H2 erfüllt die anspruchsvollen Aufgaben des Prozessgases. Auch als Schutzgas ist es hervorragend geeignet.

## Wärmeleitfähigkeit von Gasen



Die hohen Wärmeleitfähigkeiten von Helium und insbesondere von Wasserstoff im Bereich der Schmelz- und Siedetemperaturen der Metalle können sehr gut zur Optimierung der Laserschweißprozesse genutzt werden.

### Vorteile durch den Einsatz von LASGON® H2

- Reduzierung von Oxidation an den Schweißnähten und reduzierte Nacharbeit
- Wesentlich einfacheres Einstellen von Prozessgasdüsen zur Erzielung oxidfreier Schweißnähte
- Bei gleichen Laserparametern sind größere Schweißgeschwindigkeiten bzw. Einschweißiefen prozesssicher möglich
- Nutzung der thermischen Energie aus dem Plasma zur Optimierung des Schweißprozesses wird ermöglicht
- Reduzierung von Nagelkopfbildung und Verzug
- U-Form statt V-Form der Schweißnaht erleichtert eine reproduzierbare und sichere Anbindung
- Reduzierte Porenbildung

### Anwendungsgebiete von LASGON® H2

LASGON® H2 kann zwar auch in Verbindung mit CO<sub>2</sub>-Lasern niedriger Leistungen eingesetzt werden, ist aber für den Einsatz an Scheiben-, Faser- und Diodenlasern konzipiert, welche durch die Verwendbarkeit von Lichtleitfasern sehr häufig bei Schweißprozessen an räumlichen Teilen mit Robotern eingesetzt werden. Der Heliumanteil garantiert zwar gute thermische Eigenschaften des Gasgemisches, ist aber zu gering, um bei Hochleistungs-CO<sub>2</sub>-Lasern ein abschirmendes Plasma zu verhindern. LASGON® H2 ist sehr gut einsetzbar bei austenitischen Edelstählen. Jüngste Untersuchungen zeigen auch sehr gute Ergebnisse wasserstoffhaltiger Gase bei ferritischen Edelstählen auf. Die Anwendbarkeit sollte bei diesen Materialien aber geprüft werden.

### Zusammenfassung

LASGON® H2 ist das optimale Prozessgas zum Laserschweißen von Edelstählen im dreidimensionalen Raum mit Fünf-Achs-Anlagen und Robotern. Es hat die optimale Zusammensetzung in Bezug auf seine Dichte, um überall eine gute Prozessgasabdeckung zu realisieren. Es erleichtert das oxidfreie Laserschweißen von Bauteilen aus Edelstählen und unterstützt die Ausbildung von Nahtformen, die den Verzug und die Rissneigung reduzieren.



Gefahrgutaufkleber der Gasflaschen für LASGON® H2 mit den sicherheitsrelevanten Informationen für Transport, Lagerung und Anwendung. Gerne unterstützen wir Sie bei der sicheren Handhabung des Produktes.



In den Resonatoren von CO<sub>2</sub>-Lasern sorgen hochwertige LASERMIX®-Betriebsgase für eine effiziente Umsetzung der elektrischen Energie in Laserstrahlung.



LASERLINE®-Gasversorgungshardware garantiert einen störungsfreien Betrieb des Lasers.

## LASERLINE®. Ein Portfolio ausgereifter Produkte für die Lasertechnik.

Wie bei den Produkten unserer Betriebsgase aus der LASERMIX®-Reihe handelt es sich auch bei unseren LASGON®-Prozessgasen für das Laserschweißen um Gasgemische aus unserer LASERLINE®-Produktfamilie. Die Produkte der LASERLINE®-Familie erfüllen die besonderen Anforderungen der Lasertechnik und werden in Kooperation mit Laserherstellern, Anlagenherstellern und Anwendern ständig weiterentwickelt. Wie bereits vor 30 Jahren mit der Einführung von Sauerstoff 3.5 (einem speziell auf die Anforderungen beim Laserbrennschneiden von Baustahl abgestimmten Schneidgas mit hoher Reinheit) begonnen, baut Linde damit auch bei Laserbetriebsgasen und Prozessgasen für das Laserschweißen die Technologieführung aus.

LASERMIX®-Betriebsgase werden nicht nur aus besonders reinen Komponenten gemischt, sondern die gefertigten Gemische sind auch hochgenau und werden mit einer hochmodernen Analytik kontrolliert und nachgewiesen. Standardgemische aus drei bis sechs verschiedenen Komponenten sind in vielen Fällen ab Lager lieferbar. Individuelle Gemische mit sehr kleinen oder auch ungewöhnlichen Bestandteilen wie zum Beispiel Kohlendioxid-Isotopen zur Erzeugung ganz spezieller Wellenlängen sind ebenfalls verfügbar. Natürlich wird auch bei der Auswahl der Flaschenmaterialien höchster Wert auf die Kompatibilität mit dem enthaltenen Produkt gelegt. Auf Wunsch sind auch Gebinde speziell für Anwendungen im Reinraum lieferbar.

Das LASERLINE®-Paket enthält nicht nur Gase speziell für die Lasertechnik, sondern auch die in der Lasermaterialbearbeitung benötigte Versorgungstechnik. Die Komponenten erfüllen die hohen Anforderungen der jeweiligen Anwendung und stellen sicher, dass die Gase in der nötigen Qualität und Menge zur Verfügung stehen. Die verschiedenen Anwendungen der Gase in der Lasermaterialbearbeitung stellen ganz unterschiedliche Ansprüche an die Druckminderer, die Rohre und deren Verbindungstechnik. Die richtige Auswahl und Installation garantiert hohe Laserleistungen und geringe Wartungskosten, lange Standzeiten der Linsen und kurze Bearbeitungszeiten der Werkstücke, kurze Amortisationszeiten der Investitionen und ein langes, sicheres Arbeiten der wertvollen Anlagen.

Die durch zahlreiche Patente geschützten LASGON®-Prozessgase werden im Haus Linde entwickelt und dabei gezielt an bestimmte Aufgabenstellungen beim Laserschweißen angepasst. Sie werden für die jeweiligen Strahlquellen, Laserleistungen und/oder Materialien optimiert und bieten somit die Möglichkeit, die Effizienz und die Stabilität des Verfahrens sowie die Qualität der Schweißung zu erhöhen. Hierbei kann unter anderem Verlustenergie dem Prozess erneut zugeführt, die Einkopplung der Laserstrahlung ins Bauteil erleichtert und stabilisiert, die Viskosität und Oberflächenspannung der Schmelze eingestellt oder die Vermeidung von Oxiden vereinfacht werden.

# Die Produkte der LASGON®-Familie im Überblick.

## LASGON® C1

LASGON® C1 ist ein Prozessgas für Hochleistungs-CO<sub>2</sub>-Laser. Dank seiner herausragenden Eigenschaften beim Laserschweißen von niedriglegiertem, verzinktem oder auch aluminiumbeschichtetem Material ist es heute aus der Fertigung von Getriebekomponenten, Stoßdämpfern, Wellen, Rohren, Profilen, Karosserieteilen, Heizkörpern usw. nicht mehr wegzudenken. Trotz des hohen Aktivgasanteils wird es sogar bei Edelstählen sehr erfolgreich eingesetzt. Die Besonderheiten des Laserschweißprozesses ermöglichen es hierbei, LASGON® C1 so einzusetzen, dass die Vorteile der aktiven Komponente genutzt werden können, ohne die in der herkömmlichen Schweißtechnik damit auftretenden Nachteile in Kauf nehmen zu müssen. Im Gegensatz zu Helium und Argon kann mit LASGON® C1 dem „Plasma“ die enthaltene Energie entzogen und für die Schweißnaht genutzt werden. Eine Plasmaabschirmung wird dadurch verhindert und gleichzeitig sorgt die zusätzliche thermische Energie im Schmelzbad für zahlreiche Verbesserungen. So werden unter anderem häufig die Porenbildung und der Verzug reduziert, die Einschweißtiefe bzw. die Schweißgeschwindigkeit erhöht und der gesamte Prozess stabilisiert.

## LASGON® H

LASGON® H-Gase gibt es in verschiedenen Zusammensetzungen – sowohl für CO<sub>2</sub>-Laser als auch für Festkörperlaser. Diese Gase sind vor allem für das oxidfreie Laserschweißen von Edelstählen geeignet und erleichtern es, jegliche Oxidation der Schweißnähte zu vermeiden. Die großen Vorteile zeigen sich vor allem beim Schweißen mit Robotern an dreidimensionalen Teilen. Die Dichte des neuen Gasgemischs LASGON® H2, aber auch die von LASGON® H3, ist gleich der Dichte der Umgebungsluft, weshalb es die Richtung im Raum beibehält, wenn es aus der Prozessgasdüse strömt. So schützt es die Schmelze nicht nur in der Wannenlage, sondern in jeder beliebigen Lage im Raum. Besonders die Hersteller von sogenannter „Weißer Ware“ (also Geschirrspülern, Waschmaschinen usw.) können dank LASGON® H auf Nacharbeit zum Entfernen von Oxiden auf den Schweißnähten verzichten.

## LASGON® C2

LASGON® C2 ist das ideale Prozessgas zum Laserschweißen von Edelstählen. Je nach Art der Gaszuführung können verschiedene Probleme, die beim Laserschweißen dieser Materialien auftreten, reduziert oder auch ganz verhindert werden. Meist kann man schneller als unter inerten Gasen schweißen, da eine Sekundärnutzung der Prozessenergie ermöglicht wird. Über verschiedene Mechanismen können Poren reduziert oder ganz verhindert werden. Bei einer Vielzahl von Materialien kann die Gefügestruktur hin zu kleineren Körnern modifiziert werden. Die Festigkeiten und Korrosionseigenschaften können damit verbessert werden.

## LASGON® S2

LASGON® S2 kann zwar auch in Verbindung mit CO<sub>2</sub>-Lasern niedriger Leistungen eingesetzt werden, ist aber für den Einsatz an Scheiben-, Faser- und Diodenlasern konzipiert, die wegen der kürzeren Wellenlänge für Kupfer und Aluminium besser geeignet sind. Diese Materi-

alien lassen sich wesentlich einfacher und stabiler schweißen, wenn die Einkopplung der Strahlung ins Material durch eine minimale Oxidschicht erleichtert wird. Die dünnflüssige Schmelze (vor allem bei Aluminium) wird außerdem durch eine feine Oxidhaut stabilisiert und führt zu wesentlich gleichmäßigeren Schweißnähten.

## LASGON® S3

Das „hyperaktive“ Prozessgas macht Laserschweißanlagen mit Festkörperlasern zu Hochleistungsmaschinen. Das Vier-Komponenten-Gas ist mit seinen hohen Anteilen an Kohlendioxid und Sauerstoff vor allem für un- bzw. niedriglegierte Stähle, Baustähle sowie verzinkte Bleche vorgesehen. Das Gas ermöglicht dem Anwender der Strahlquelle wesentlich höhere Schweißgeschwindigkeiten und/oder Einschweißiefen als Argon. Durch die mit LASGON® S3 möglichen Steigerungen der Prozesseffizienz sollte es in jedem Fall überall dort zum Einsatz kommen, wo die Wirtschaftlichkeit der Laserschweißanlage direkt von der erzielbaren Schweißgeschwindigkeit abhängt.

## Anwendungstechnische Unterstützung

Um alle Vorteile der LASGON®-Produktfamilie optimal nutzen zu können, empfehlen wir dem Anwender, sich vor dem Einsatz der Gase eingehend durch die Spezialisten der Linde beraten zu lassen. Wie alle anderen Gase auch können die Prozessgase der LASGON®-Familie ihre Aufgabe nur dann optimal erfüllen, wenn sie dem Prozess richtig zugeführt werden. Deshalb muss die Art der Gaszuführung passend zur Aufgabenstellung ausgewählt und oft auch den physikalischen Eigenschaften des verwendeten Prozessgases angepasst werden.

Selbst die Zuführung des Gases zum Schweißkopf verlangt einiges an Erfahrung. Es ist einerseits wichtig, dass es zum Start des Schweißvorganges schon in ausreichender Menge vorhanden ist, aber es darf sich andererseits auch kein starker Druckstoß abbauen, wenn das Ventil geöffnet wird. Es ist wichtig, dass Gasmesstechnik eingebaut ist, um den Laserschweißprozess reproduzierbar einstellen zu können. Um realistische Messwerte zu erhalten, müssen die Messgeräte aber auch passend zur Gasart und häufig auch zum Gasdruck in der Leitung ausgewählt und eingebaut werden.

Es erfordert jahrelange Erfahrung, um solche Systeme auszulegen und einen unzureichenden Laserschweißprozess anhand des Fehlerbildes zu analysieren und die Fehler zu eliminieren. Linde verfügt hier nicht nur über die Erfahrung aus Jahrzehnten, sondern auch über die nötigen Geräte, um auch Ihren Laserschweißprozess zu optimieren. Firmen, in denen der Laserschweißprozess gemeinsam untersucht und verbessert wurde, schätzen nicht nur die Verbesserungen am Laserschweißprozess, sondern ebenso die hierbei gemachten Erfahrungen und die erweiterten Kenntnisse ihrer Mitarbeiter.

# Vorsprung durch Innovation.

Linde ist mehr. Linde übernimmt mit zukunftsweisenden Produkt- und Gasversorgungskonzepten eine Vorreiterrolle im globalen Markt. Als Technologieführer ist es unsere Aufgabe, immer wieder neue Maßstäbe zu setzen. Angetrieben durch unseren Unternehmergeist arbeiten wir konsequent an neuen hochqualitativen Produkten und innovativen Verfahren.

Linde bietet mehr – wir bieten Mehrwert, spürbare Wettbewerbsvorteile und erhöhte Profitabilität. Jedes Konzept wird exakt auf die Bedürfnisse unserer Kunden abgestimmt. Individuell und maßgeschneidert. Das gilt für alle Branchen und für jede Unternehmensgröße.

Wer heute mit der Konkurrenz von morgen mithalten will, braucht einen Partner an seiner Seite, für den höchste Qualität, Prozessoptimierungen und Produktivitätssteigerungen tägliche Werkzeuge für optimale Kundenlösungen sind. Partnerschaft bedeutet für uns jedoch nicht nur wir für Sie – sondern vor allem wir mit Ihnen. Denn in der Kooperation liegt die Kraft wirtschaftlichen Erfolgs.

## Für Sie einheitlich erreichbar – bundesweit in Ihrer Nähe.

Ihre Linde Gas Kundenbetreuung.

Telefon 0800 0530 530 0  
Telefax 0800 0530 530 11

Linde GmbH  
Gases Division, Seitnerstr. 70, 82049 Pullach  
[www.linde-gas.de](http://www.linde-gas.de)